



DS 3

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 62 938 A 1

51 Int. Cl. 7:
G 01 J 1/42
G 01 J 5/10
H 01 L 35/28

21 Aktenzeichen: 199 62 938.2
22 Anmeldetag: 24. 12. 1999
43 Offenlegungstag: 19. 7. 2001

DE 199 62 938 A 1

71 Anmelder:
PerkinElmer Optoelectronics GmbH, 65199
Wiesbaden, DE
74 Vertreter:
Beetz & Partner, 80538 München

72 Erfinder:
Schieferdecker, Jörg, Dr.-Ing. habil., 65197
Wiesbaden, DE; Storck, Karlheinz, Dipl.-Ing. (FH),
65391 Lorch, DE

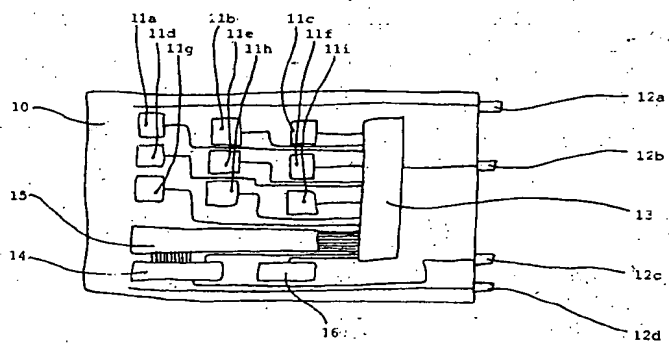
56 Entgegenhaltungen:
DE 42 34 366 C2
DE 41 39 122 C1
DE 197 07 797 A1
US 55 28 519 A
EP 05 99 494 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Korrigieren des Ausgangssignals eines Infrarotstrahlungsmehrelementsensors, Infrarotstrahlungsmehrelementsensor und Infrarotstrahlungsmehrelementsensordsystem

57 Ein Verfahren zum Korrigieren des Ausgangssignals eines Infrarotstrahlungsmehrelementsensord hat die Schritte Ermitteln und Speichern eines Kennwerts eines Sensorelements des Sensors, und Erzeugen eines korrigierten Signals nach Maßgabe der Ausgangssignals des Sensorelements und nach Maßgabe des gespeicherten Kennwerts, wobei die Speicherung des Kennwerts herstellerseitig in einem mit dem Sensor gelieferten Speicher erfolgt, und vor der Korrektur der Kennwert vom Speicher zu einer vom Sensor getrennten Korrekturvorrchtung übertragen wird. Ein Sensor hat mehrere Sensorelemente (11a-i), die jeweils ein Ausgangssignal erzeugen und einen auf dem Sensor vorgesehenen Speicher (14) zum Speichern zumindest eines Kennwerts zumindest eines Sensorelements. Ein Sensorsystem hat einen Sensor (20) wie oben angegeben, eine Aufnahme (31), die mit dem Sensor zur Signalübertragung verbindbar ist, und eine mit der Aufnahme verbundene Korrekturvorrchtung (32) zum Empfangen der Sensorausgangssignale und der Kennwerte und zur Erzeugung eines korrigierten Sensorsignals.



DE 199 62 938 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Korrigieren des Ausgangssignals eines Infrarotstrahlungsmehrelementensensors, einen Infrarotstrahlungsmehrelementensensor und ein Infrarotstrahlungsmehrelementensensorsystem. Die Erfindung betrifft also Sensoren, in denen mehrere Sensorelemente unterschiedliche Signale erzeugen können. Die Sensoren sind Strahlungssensoren für Infrarotstrahlung.

Aus der DE 197 35 379 A1 ist ein Mehrelement-Sensor bekannt, bei dem die Ausgangssignale von Sensorelementen eine Kalibriereinrichtung durchlaufen, um die Kennlinie des jeweiligen Sensorelements einzustellen. Die Kalibrierung kann anhand von beispielsweise über "fusible links" gespeicherten Kalibrierwerten vorgenommen werden. Der gesamte Aufbau befindet sich unmittelbar im Sensor und gibt kalibrierte Werte nach außen ab. Dieser Aufbau ist aufwendig, da entweder komplizierte Übergänge zwischen analogem und digitalem Signalpfad geschaffen oder ein eigenes Rechenwerk vorgesehen werden müssen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Korrekturverfahren für Ausgangssignale eines Infrarotstrahlungsmehrelementensensors, einen Infrarotstrahlungsmehrelementensensor und ein Infrarotstrahlungsmehrelementensensorsystem anzugeben, die eine einfache, zuverlässige und kostengünstige Korrektur von Sensorelement-Signalen erlauben.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Abhängige Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

In einem Verfahren zum Korrigieren des Ausgangssignals eines Infrarotstrahlungsmehrelementensensors wird zumindest ein Kennwert eines Strahlungssensorelements ermittelt und in einem mit dem Infrarotstrahlungsmehrelementensensor gelieferten Speicher eingespeichert. Aus diesem kann er ausgelesen und an eine sensorexterne Vorrichtung übertragen und zur Korrektur des empfangenen Signals verwendet werden. Ein Infrarotstrahlungsmehrelementensensor weist demnach neben mehreren Strahlungssensorelementen auch einen Speicher auf, in den Kennwerte der Sensorelemente eingeschrieben und aus dem heraus sie ausgelesen werden können.

Ein Infrarotstrahlungsmehrelementensensorsystem weist einen wie oben beschrieben ausgebildeten Sensor auf, eine Aufnahme, mit der der Sensor verbindbar und von der er lösbar ist und die Signale zumindest vom Sensor empfangen kann, und eine Korrekturvorrichtung, die einerseits Sensorausgangssignale empfängt, die von Sensorelement-Signalen abhängen, sowie die eingespeicherten Kennwerte bzw. in Abhängigkeit davon erzeugte Signale, wobei das endgültige Signal nach Maßgabe des Sensorausgangssignals und des Kennwerts erzeugt wird.

Der Speicher kann ein digitaler Speicher, beispielsweise ein PROM oder ein EPROM sein. Die Strahlungssensorelemente können Thermopiles sein. Sie können ihr Empfindlichkeitsmaximum im Wellenlängenbereich $700\text{ nm} < \lambda$ und/oder $\lambda < 20\text{ }\mu\text{m}$, insbesondere $7\text{ nm} < \lambda$ und/oder $\lambda < 15\text{ }\mu\text{m}$ haben.

Die eigentliche Korrektur des Roh-Sensorsignals in Abhängigkeit von bzw. nach Maßgabe des Kennwerts erfolgt damit in einer Korrekturvorrichtung, die getrennt vom Infrarotstrahlungsmehrelementensensor, nachfolgend nur noch Sensor genannt, vorgesehen, aber mit diesem verbindbar ist. Vorzugsweise handelt es sich um eine digital arbeitende Korrekturvorrichtung. Es kann sich um einen Rechner bzw. Prozeßrechner handeln. Dieser kann weitere Aufgaben wahrnehmen, beispielsweise das Auswerten der korrigierten Sensorsignale nach Maßgabe bestimmter Kriterien oder auch die Steuerung bzw. Regelung von Komponenten in

Abhängigkeit von den vom Sensor gelieferten Signalen.

Der Sensor ist ein Mehrelement-Sensor mit mehreren Sensorelementen. Sie können so angeordnet sein, daß sich eine Ortsauflösung ergibt. Sie können die interessierende Strahlung über eine Abbildungseinrichtung empfangen. Die Abbildungseinrichtung kann einen Hohlspiegel und/oder eine Linse aufweisen. Der Sensor kann ein Hilfssensorelement aufweisen. Das Hilfssensorelement kann Betriebsdaten der Sensorelemente erfassen, die die Ausgangssignale der Sensorelemente beeinflussen, beispielsweise deren Arbeitstemperatur. Auch für das Hilfssensorelement kann ein Korrekturwert im Speicher gespeichert und dann zur Korrektur des Signals des Hilfssensorelements herangezogen werden.

Nachfolgend werden bezugnehmend auf die Zeichnungen einzelne Ausführungsformen der Erfindung beschrieben, es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Sensors,

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Sensors als Bauelement,

Fig. 3 schematisch ein erfindungsgemäßes Sensorsystem,

Fig. 4 schematisch verschiedene Baumöglichkeiten eines Sensors, und

Fig. 5 schematisch einen Signalflußplan.

Fig. 1 zeigt schematisch einen erfindungsgemäßen Sensor 10. Er weist Sensorelemente 11a-11i auf, die unabhängig voneinander Ausgangssignale erzeugen. Es kann sich beispielsweise um Thermopile-Sensorelemente und/oder Bolometer und/oder um Pyrodetektoren handeln, die unabhängig voneinander jeweils in Abhängigkeit von der von ihnen jeweils empfangenen Strahlungsmenge elektrische Ausgangssignale erzeugen. Sie können die auf sie einfallende Strahlung über eine Abbildungseinrichtung empfangen. Die Sensorelemente 11a-11i können in der Fläche regelmäßig, etwa matrixartig (z. B. nach Zeilen und Spalten) angeordnet sein.

Der Sensor ist vorzugsweise ein ungekühlter Sensor. Vorzugsweise ist er ein thermischer Sensor, der sein elektrisches Signal in Abhängigkeit von der durch die Bestrahlung hervorgerufenen Erwärmung des Sensorelements erzeugt.

12 kennzeichnet Anschlüsse des Sensors 10. Verschiedene Anschlußkonfigurationen sind möglich. Gezeigt ist eine Ausführungsform, in der der Sensor 10 Anschlüsse 12a und 12d für die Betriebsspannung aufweist (interne Verteilung nur schematisch angedeutet), einen Signalausgang 12b und einen Steuerungseingang 12c. Der Signalausgang 12b empfängt ein elektrisches Signal von einem Analogmultiplexer 13, der Analogsignale einzelner Komponenten parallel empfängt und zeitseriell ausgibt. In der dargestellten Ausführungsform laufen auch die Ausgangssignale des später zu beschreibenden Speichers 15 und des ebenfalls später zu beschreibenden Hilfs-Sensorelements 16 über den Multiplexer 13. In anderen Konfigurationen können individuelle Ausgänge für einzelne oder mehrere der genannten Komponenten vorgesehen sein. Anders als dargestellt kann etwa für den Speicher 15 ein separater Datenein- und -ausgang vorgesehen sein. Für zu übertragende Signale kann beispielsweise eine I²C-Schnittstelle oder eine CAN-Schnittstelle implementiert sein.

15 ist ein Speicher, in dem ein oder mehrere Kennwerte der Sensorelemente 11a-11i gespeichert sind. Je nach Anwendungsbereich, Herstellungsverfahren und gewünschter Genauigkeit kann es beispielsweise ausreichend sein, pauschal für alle Sensorelemente einen Kennwert anzugeben (z. B. mittlere Empfindlichkeit oder Nullpunkts-Verschiebung). Auch individuelle Lösungen sind möglich, bei denen für jedes Sensorelement einzeln ein oder mehrere Kennwerte (z. B. Nullpunktverschiebung und/oder Empfindlich-

keit) eingespeichert sind.

Die Kennwerte sind solche, die für das jeweilige Ausgangssignal relevant sind. Sie können Koeffizienten von Polynomapproximationen sein (Darstellung des Ausgangssignals als Polynom in Abhängigkeit von der Größe des Eingangssignals mit Koeffizienten für das konstante, lineare, quadratische, kubische, ... Glied je nach geforderter Genauigkeit). Daneben können im Speicher 15 weitere Daten gespeichert sein, beispielsweise Herstellungsdatum, Typ, Chargennummer usw.

Der Speicher kann ein PROM sein ("programmable read only memory") oder ein EPROM ("erasable PROM"). In Abhängigkeit von der zu speichernden Datenmenge ist die Größe des Speichers 15 in Bits bzw. Bytes zu wählen. Der Dateneingang des Speichers 15 kann parallel oder seriell sein. Die Ausgabe der Daten kann parallel seriell erfolgen.

14 bezeichnet allgemein eine Steuerung, die die Komponenten des Sensors 10 steuert. Sie kann auf den Multiplexer 13 einwirken. Darüber hinaus kann sie Schreib- bzw. Leseadressen für den Speicher 15 erzeugen. Sie kann mit einem Anschluß des Sensors 10 verbunden sein, insbesondere mit einem Steuerungsanschluß 12c. Sie kann Steuerungssignale über diesen Anschluß empfangen. Auch andere bzw. weitere Möglichkeiten zur Übertragung von Steuerungssignalen an den Sensor bzw. insbesondere an die Steuerung 14 sind denkbar, beispielsweise indem bestimmten anderweitig genutzten Anschlüssen (beispielsweise Versorgungsspannung) Steuerungssignale überlagert bzw. aufmoduliert werden. Von einer Auswerteeinrichtung in der Steuerung 14 können solche Signale erkannt und zur weiteren Veranlassung herangezogen werden.

16 ist ein Hilfssensorelement, das zur Erfassung von Betriebsbedingungen der Sensorelemente 11a-i dient. Es kann sich beispielsweise um einen Temperatursensor handeln. Sein Ausgangssignal kann (wie gezeigt) über den Multiplexer 13 auf den Signalausgang 12b gelegt werden. Er kann auch separat ausgegeben werden. Auch für das Hilfssensorelement 16 kann ein Kennwert (z. B. Empfindlichkeit, Offset) im Speicher 15 gespeichert sein und gegebenenfalls ausgegeben werden.

Der Multiplexer 13 kann ein Analogmultiplexer sein, der die analogen Ausgangssignale der Sensorelemente 11a-i und gegebenenfalls des Hilfssensorelements 16 analog auf den Signalausgang 12b zeitseriell schaltet. Sofern Analog/Digital-Wandler vorgesehen sind, kann der Multiplexer 13 auch ein Digitalmultiplexer sein.

Fig. 2 zeigt schematisch den Aufbau des Sensors 20. 10 sind die elektrischen Komponenten des Sensors, wie sie in Fig. 1 beschrieben wurden. 12 sind die elektrischen Anschlüsse. 21 ist das Sensorgehäuse. Es kann insbesondere zum Zwecke der elektromagnetischen Abschirmung metallische Wandungen aufweisen. Es kann sich um ein TO5-Gehäuse handeln. Im Gehäuse kann eine optische Abbildungsvorrichtung 22 vorgesehen sein, die Strahlung auf die Sensorelemente 11a-i abbildet. Die Abbildungseinrichtung 22 kann eine Linse und/oder einen Spiegel/Hohlspiegel aufweisen. Sie kann mit einer durchsichtigen, leitenden Schicht überzogen sein.

Die Sensorelemente 11a-i selbst können Thermopile-Sensorelemente und/oder Bolometer-Sensorelemente sein, die eine Empfindlichkeit für statische Temperatursignale haben (das Ausgangssignal ist ein Maß für die auf das Sensorelement einfallende Strahlung). Es gibt auch andere Strahlungsempfänger, beispielsweise pyroelektrische Sensorelemente, die eine Empfindlichkeit hauptsächlich für Temperatur-Wechsel signale haben und bei konstanter Temperatur kein Ausgangssignal abgeben (typische Werte: Empfindlichkeitsmaximum bei 0,1 Hz Frequenz, ab 1 Hz Empfind-

lichkeitsabnahme umgekehrt proportional zur Frequenz). In bestimmten Ausführungsformen können auch solche Sensorelemente vorgesehen sein. Auch beliebige Mischformen sind möglich (einige Sensorelemente Thermopile, einige Bolometer, einige Sensorelemente pyroelektrisch).

Nach der Herstellung des Sensors 10 werden die Kennwerte der Sensorelemente 11 und gegebenenfalls des Hilfssensorelements 16 ermittelt und im Speicher 15 eingespeichert. Vorzugsweise erfolgt dies unmittelbar nach der Herstellung seitens des Herstellers. Der Sensor kann hierzu in einen Teststand eingebaut werden, der für den Sensor definierte Bedingungen liefert, so daß Soll-Sensorelementsignale bekannt sind. Aus dem Unterschied zwischen Soll- und Ist-Sensorelementsignalen können Kennwerte durch eine externe Vorrichtung ermittelt werden. Von dieser externen Vorrichtung werden sie vorzugsweise in digitaler Form ermittelt und dann in den Speicher 15 des Sensors 10 eingeschrieben. Das Einschreiben erfolgt durch geeignete Ansteuerung der Komponenten im Sensor 10, insbesondere über Steuerungs- und Datensignale beispielsweise am Steuerungsanschluß 12c, mittels der Steuerung 14, gegebenenfalls über Multiplexer 13.

Nachdem der Sensor so vorbereitet wurde, kann er betrieben werden. Im Einsatz wird der Sensor in eine entsprechende Aufnahme eingesteckt, die die signaltechnische, insbesondere elektrische und mechanische Verbindung zum Sensor herstellt. Die elektrische Verbindung wird in der Regel galvanisch ausgeführt sein. Bevor der eigentliche Meßbetrieb des Sensors 10 beginnt, werden die im Speicher 15 eingespeicherten Kennwerte der Sensorelemente 11a-i und gegebenenfalls des Hilfssensorelements 16 ausgelesen. Hierzu werden die benötigten Komponenten (Steuerung 14, Speicher 15, Steuerungsanschluß 12c, gegebenenfalls Multiplexer 13 oder Schnittstelle) geeignet angesteuert. Dadurch werden die Kennwerte im Speicher 15 vom Sensor 10 weg in eine sensorexterne Vorrichtung übertragen. Die Kennwerte können sensorextern ebenfalls gespeichert und dann zur Korrektur der Sensorausgangssignale bzw. insbesondere der Ausgangssignale der Sensorelemente 11a-i und gegebenenfalls des Hilfssensorelements 16 herangezogen werden.

Zur Erzeugung des zuletzt vorliegenden korrigierten Sensorsignals können somit herangezogen werden

- die unmittelbaren Ausgangssignale der Sensorelemente 11a-1,
- gegebenenfalls das Ausgangssignal des Hilfssensorelements 16, das Betriebszustände der Sensorelemente 11a-i erfaßt, die deren Ausgangssignal beeinflussen können (beispielsweise Betriebstemperatur), und
- die vom Speicher 15 ausgelesenen Korrekturwerte.

Die Korrektur eines Rohsensorelement-Signals kann beispielsweise mittels Regressionsfaktoren erfolgen. Die Korrektur kann rechnerisch erfolgen, indem das Rohsensorelement-Signal als Eingangsgröße und das korrigierte Sensorelement-Signal als Ausgangsgröße angesehen wird und eine koeffizientenbehaftete Formel zur Umrechnung verwendet wird. Die Koeffizienten der Formel können die im Speicher 15 des Sensors gespeicherten Kennwerte sein. Beispielsweise kann eine Fehlerfunktion (korrigiertes Signal in Abhängigkeit vom Rohsignal) durch eine Taylor-Reihe angenähert werden, wobei je nach gewünschter Genauigkeit unterschiedlich viele Glieder der Reihe angesetzt werden können (z. B. konstant, linear und quadratisch, während kubische und höhere unberücksichtigt bleiben). Die Kennwerte wären die Koeffizienten der einzelnen zu berücksichtigenden Glieder des Polynoms. Es sind aber auch andere Korrekturmöglichkeiten denkbar, beispielsweise tabellarischer

Art, bei der nach Maßgabe des Rohsensorelement-Signals auf eine Tabelle zugegriffen und in Abhängigkeit vom in der Tabelle gefundenen Wert der korrigierte Sensorelementwert ermittelt wird.

Die Erzeugung der endgültigen Ausgangssignale erfolgt in einer Korrekturvorrichtung, die außerhalb des Sensors 10 vorgesehen ist. Vorzugsweise erfolgt die Korrektur in digitaler Form. Die Rohausgangssignale der Sensorelemente 11a-i und gegebenenfalls des Hilfssensorelements 16 werden an geeigneter Stelle analogdigital gewandelt. Die Korrektur erfolgt dann wie oben erwähnt, beispielsweise additiv/multiplikativ/mittels Tabellen oder sonstigen Formeln. Am Ende liegen die korrigierten Signale vorzugsweise in digitaler Form für die weitere Auswertung aufbereitet vor.

Fig. 3 zeigt ein Sensorsystem, wie es in einer Anwendung eingebaut ist. Beispielsweise kann es sich um eine Mikrowellenanwendung handeln, in der der eigentliche Sensor 20 zur Erfassung der Temperatur einer zu erwärmenden Substanz 38 (Speise) in einer Mikrowelle 30 dient. Die Temperatur der Substanz 38 wird aufgrund der von ihr abgegebenen und vom Sensor 20 empfangenen Strahlung bestimmt. Der Sensor 20 ist mit einer Aufnahme 31 verbindbar. Die Aufnahme 31 stellt die mechanische und signaltechnische Verbindung mit dem Sensor 20 her. Die Aufnahme 31 ist ihrerseits mit einer Korrekturvorrichtung 32 verbunden, die die Sensorelement/Rohausgangssignale empfängt und diese nach Maßgabe der in der Korrekturvorrichtung 32 gespeicherten Kennwerte korrigiert.

Neben der beispielhaft beschriebenen Anwendung in Mikrowellen-Öfen eignet sich das Sensorsystem vorteilhaft für zahlreiche weitere Anwendungen, z. B. zur räumlichen Temperaturmessung im Industrie-, Haushalts- oder Automobilbereich oder zur Personendetektion in der Sicherheits- bzw. Gebäudeüberwachung.

Eine besondere Anwendung ist die nichtdispersive Infrarotabsorption (NDIA). Hier ist vor jedem Sensorelement ein Wellenlängenfilter angebracht, wobei unterschiedliche Sensorelemente unterschiedliche Wellenlängenbereiche empfangen. Die Sensorelemente werden von einer breitbandigen Infrarotquelle bestrahlt und können damit unterschiedliche Absorptionen durch Mischmedien zwischen der Strahlungsquelle und dem Sensor messen. Die Durchlaßbereiche der einzelnen Filter sind auf die Absorptionsspektren der jeweils erwarteten Substanzen abgestimmt. Ein maximales Signal eines Sensorelements zu einer gegebenen Beleuchtungsstärke durch die Infrarotquelle bedeutet vollständige Abwesenheit der Komponente im Gemisch, auf die das Sensorelement mittels seines Filters abgestimmt ist. Wenn die Kalibrierung nach Aufsetzen der Filter erfolgt, können Ungleichmäßigkeiten der Filter selbst mit auskalibriert werden. Bei dieser Ausführungsform kann eine gemeinsame Abbildungsvorrichtung (Linse, Spiegel) entfallen, so daß die Infrarotquelle nicht mehr auf eines von mehreren Sensorelementen abgebildet wird. Es kann aber jedes Sensorelement eine eigene Abbildungsvorrichtung aufweisen. Mit dieser Ausführungsform wird es möglich, Zusammensetzungen transparenter Fluidgemische zu erkennen, indem unterschiedliche Infrarotabsorptionseigenschaften der einzelnen Komponenten des Gemischs genutzt und erkannt werden. Je stärker eine Komponente im Gemisch vorhanden ist, desto stärker wird sie Infrarotlicht ihrer Absorptionswellenlänge absorbieren, so daß, auf dieser Wellenlänge das eben dieser Wellenlänge zugeordnete Sensorelement um so weniger empfangen wird. Mit dieser Technik können Flüssigkeitsgemische und insbesondere Gasgemische in ihrer Zusammensetzung untersucht werden.

Die Korrekturvorrichtung 32 ist vorzugsweise eine digitale Vorrichtung, die die Korrektur nach Art eines Rechners

vornimmt. Es kann sich um einen Rechner, beispielsweise einen Prozeßrechner handeln, der auch weitere Aufgaben wahrnimmt, beispielsweise die Auswertung der einzelnen Sensorelementsignale zur Ermittlung von beispielsweise Objekttemperaturen und die Ansteuerung von Komponenten nach Maßgabe der aufgefundenen Daten. Beispielsweise kann ein Mikrowellengenerator 34 für eine Mikrowellenantenne 35 oder ein Motor 36 für einen Drehtisch 37 angesteuert werden.

In der Korrekturvorrichtung 32 kann auch das Ausgangssignal des gegebenenfalls vorhandenen Hilfssensorelements 16 zur Korrektur der Rohsensorelement-Ausgangssignale herangezogen werden. Darüber hinaus kann das Rohausgangssignal des Hilfssensorelements 16 seinerseits nach Maßgabe eines oder mehrerer Kennwerte des Hilfssensorelements korrigiert werden. Auch dieser Kennwert kann im Speicher 15 des Sensors 10 gespeichert und in die Korrekturvorrichtung 32 übertragen worden sein. Auch eine Anzeige 33 kann nach Maßgabe der ermittelten Ergebnisse angesteuert werden.

Das Auslesen der Daten aus dem Speicher 15 des Sensors kann einmal zu Beginn des Einsatzes des Sensors in der jeweiligen Anwendung erfolgen. Es können dann geeignete Speicher, z. B. PROMs, zum Speichern dieser Daten sensorextern vorgesehen sein. Das Auslesen kann auch jedesmal bei Betriebsbeginn der Vorrichtung erfolgen (z. B. Einschalten). Die aus dem Speicher 15 ausgelesenen Daten können dann in einem flüchtigen Speicher, z. B. einem RAM, gespeichert werden.

Fig. 4 zeigt Ausführungsformen des Sensors. Fig. 4A zeigt einen hybriden Aufbau in einem TO-Gehäuse (z. B. TO5). Jeweils separate Chips für Speicher 15, Matrix der Sensorelemente 11 und Steuerung und Schnittstelle 13, 14 sind vorgesehen und über Bondverbindungen elektrisch miteinander verbunden. Statt eines hybriden Aufbaus wie in Fig. 4A kann auch ein monolithischer Aufbau gewählt werden, bei dem sich alle genannten Komponenten (Speicher, Sensorelemente, Steuerung, Multiplexer) auf einem einzigen Chip befinden.

Fig. 4B zeigt eine modulare Anordnung, bei der auf einer Leiterplatte 41 Steckverbinder 42, die die Anschlüsse 12 des Sensors bilden, vorgesehen sind. Der Datenspeicher 15 ist als ein diskretes Element, der Thermopile-Mehrelement-Sensorabschnitt mit zugehöriger Signalverarbeitung 42 als ein weiteres diskretes Element auf der Platine 41 angebracht.

Fig. 5 zeigt schematisch den Signalfluß zur Ermittlung des korrigierten Ausgangssignals für ein Sensorelement. 51 ist der Eingang für das unkorrigierte Signal des Sensorelements, 52 der Eingang für das unkorrigierte Signal des Hilfssensorelements 16 (z. B. Betriebstemperatursignal für das auszuwertende Sensorelement). 53a symbolisiert eine additive Offsetkorrektur, 53b eine multiplikative Empfindlichkeitskorrektur. Die Korrekturwerte können die im Speicher 15 des Sensors gespeicherten und an die Korrekturvorrichtung 32 übertragenen Kennwerte des betreffenden Sensorelements sein. 54a ist eine additive Offsetkorrektur für das Hilfssensorelement, 54b eine multiplikative Empfindlichkeitskorrektur hierfür. Auch hier können die verwendeten Korrekturwerte früher dem Speicher 15 des Sensors entnommen und in der Korrekturvorrichtung 32 gespeichert worden sein. 55 ist die Korrekturvorrichtung im engeren Sinne. In ihr können Formeln oder Tabellen herangezogen werden, um einerseits aus dem korrigierten Sensorsignal und andererseits aus dem korrigierten Hilfssensorsignal das gewünschte Nutzsignal 56 zu ermitteln, beispielsweise die Objekttemperatur des Objekts, das die vom Sensor aufgefangene Strahlung aussendet. Die Korrekturvorrichtung 55

kann Koeffizienten oder Regressionsfaktoren 57 heranziehen, soweit Formeln zur Ermittlung des Nutzsignals 56 angewendet werden. Die genannten Kennwerte (additive Offset-Korrektur, multiplikative Empfindlichkeitskorrektur, Koeffizienten, Regressions-Faktoren) können in nichtflüchtigen Speichern der Korrekturvorrichtung 32 gespeichert werden.

In einer weiteren Ausführungsform kann im Speicher 15 auch ein Programmcode gespeichert sein, der beim Einsatz des Sensors ausgelesen wird (vorzugsweise einmalig, um dann sensorextern gespeichert zu werden), wobei der Programmcode ein Programm ist, das zur Korrektur der Sensorelementesignale dient. Damit kann dann die Korrektur nicht nur anhand individueller Kennwerte vorgenommen, sondern auch anhand individuell zugeschnittener Korrekturalgorithmen, die außerhalb des Sensors ausgeführt werden.

Die Erfindung ist insbesondere bei Mehrelement-Sensoren sinnvoll, bei denen die einzelnen Sensorelemente voneinander abweichende Charakteristika bzw. Einzelkennlinien haben können. Dies ist insbesondere bei den angesprochenen Strahlungsempfängern (Pyroelement, Thermopile, Bolometer) der Fall. Für solche Sensoren können erfindungsgemäß für jedes einzelne Sensorelement individuelle Korrekturwerte vorab ermittelt, eingespeichert und später zur Korrektur der Einzelsignale herangezogen werden. Die "Intelligenz" der sensorexternen Auswertung kann dann auch dazu herangezogen werden, die Ungleichheiten der einzelnen Kennlinien der Sensorelemente auszugleichen. Dadurch ergeben sich Kostenvorteile, da die Uneinheitlichkeiten in verringertem Maße während des Herstellungsprozesses durch die Herstellung der Sensorelemente selbst ausgeglichen werden müssen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Korrigieren des Ausgangssignals eines Infrarotstrahlungsmehrelementsensors, mit den Schritten Ermitteln und Speichern eines Kennwerts eines Sensorelements des Sensors, und Erzeugen eines korrigierten Signals nach Maßgabe der Ausgangssignals des Sensorelements und nach Maßgabe des gespeicherten Kennwertes, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Speicherung des Kennwertes herstellerseitig in einem mit dem Sensor gelieferten Speicher erfolgt, und vor der Korrektur der Kennwert vom Speicher zu einer vom Sensor getrennten Korrekturvorrichtung übertragen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor mehrere Sensorelemente aufweist und für jedes Sensorelement ein oder mehrere Kennwerte ermittelt und gespeichert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kennwert in digitaler Form gespeichert wird.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß einer oder mehrere der folgenden Kennwerte gespeichert werden: Koeffizienten von Polynomapproximationen, tabellarische Korrekturwerte, Herstellungsdaten, Abhängigkeiten von Umgebungsbedingungen.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur digital erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur mit einer Einrichtung erfolgt, die auch zur Signalauswertung und/oder zur Steuerung bzw. Regelung einer Einrichtung nach Maßgabe des korrigierten Signals ausgelegt ist.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auch ein Kennwert eines Hilfssensorelements im Speicher gespeichert und zur Korrektur herangezogen wird.

8. Infrarotstrahlungsmehrelementsensoren, mit mehreren Sensorelementen (11a-1), die jeweils ein Ausgangssignal erzeugen, gekennzeichnet durch einen auf dem Sensor vorgesehenen Speicher (14) zum Speichern zumindest eines Kennwerts zumindest eines Sensorelements.

9. Sensor nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch eine Schnittstelleneinrichtung (12-14), über die der Kennwert vom Sensor weg übertragen werden kann.

10. Sensor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnittstelleneinrichtung eine I²C-Schnittstelle aufweist.

11. Sensor nach einem der Ansprüche 8 bis 10, gekennzeichnet durch mehrere Anschlüsse (12), wobei die Übertragung des Kennwerts über einen Anschluß (12b) erfolgt, über den die Ausgabe eines Sensorsignals erfolgen kann.

12. Sensor nach einem der Ansprüche 8 bis 11, gekennzeichnet durch einen Multiplexer (13), der die Ausgangssignale der Sensorelemente zeitlich nacheinander auf einen Anschluß (12b) legt.

13. Sensor nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicher ein PROM oder EPROM aufweist.

14. Sensor nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorelemente und der Speicher monolithisch ausgebildet sind.

15. Sensor nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorelemente und der Speicher hybrid ausgebildet sind.

16. Sensor nach einem der Ansprüche 8 bis 15, gekennzeichnet durch ein Hilfssensorelement, für das ein oder mehrere Kennwerte im Speicher gespeichert werden.

17. Sensor nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß er in einem TO5-Gehäuse untergebracht ist.

18. Sensor nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Sensorelement ein Thermopile ist.

19. Infrarotstrahlungssensorsystem, gekennzeichnet durch einen Sensor (20) nach einem der Ansprüche 8 bis 18, eine Aufnahme (31), die mit dem Sensor zur Signalübertragung verbindbar ist, und eine mit der Aufnahme verbundene Korrekturvorrichtung (32) zum Empfangen der Sensorausgangssignale und der Kennwerte und zur Erzeugung eines korrigierten Sensorsignals.

20. Sensorsystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturvorrichtung auch zur Signalauswertung und/oder zur Steuerung bzw. Regelung einer Einrichtung nach Maßgabe des korrigierten Signals ausgelegt ist.

21. Mikrowellen-Erwärmungsvorrichtung, gekennzeichnet durch ein Sensorsystem nach einem der Ansprüche 19 oder 20, wobei die Sensorelemente Thermopile-Sensorelemente aufweisen.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

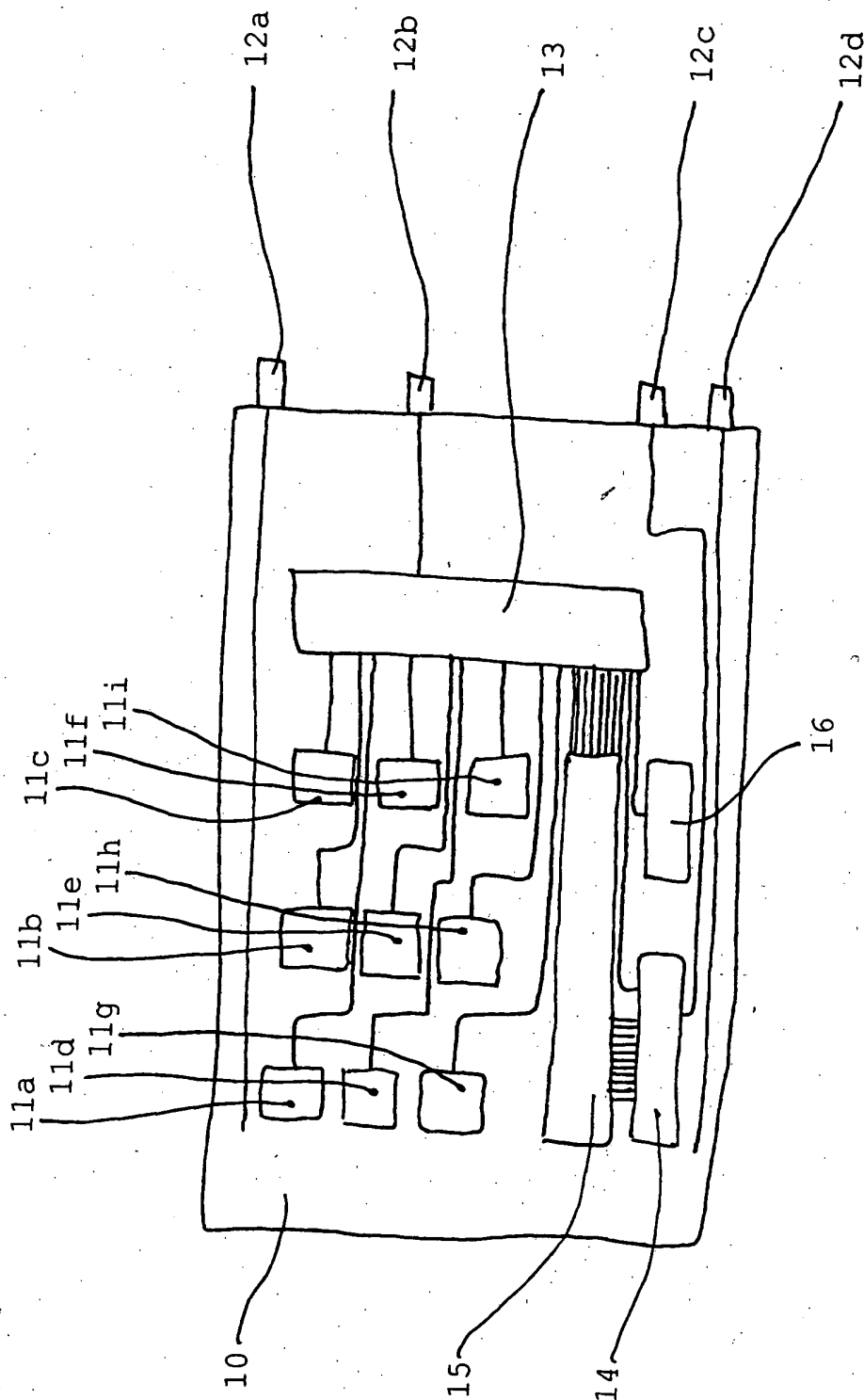


Fig. 2

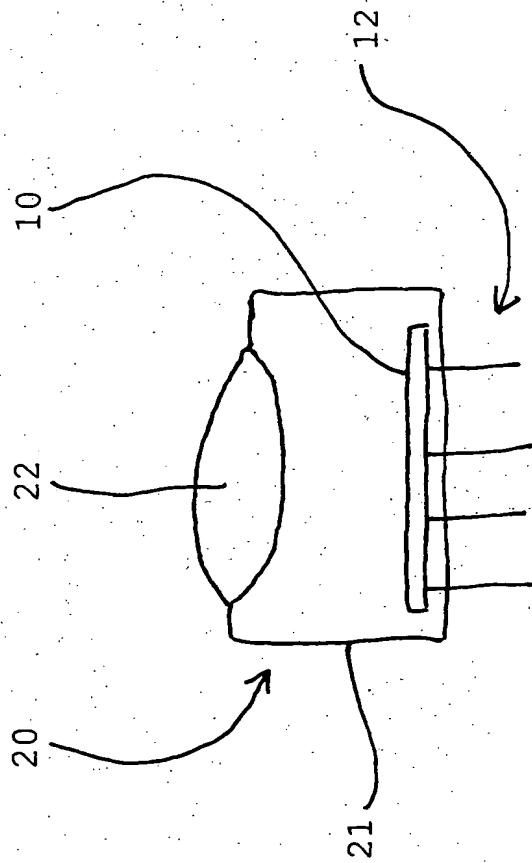


Fig. 3

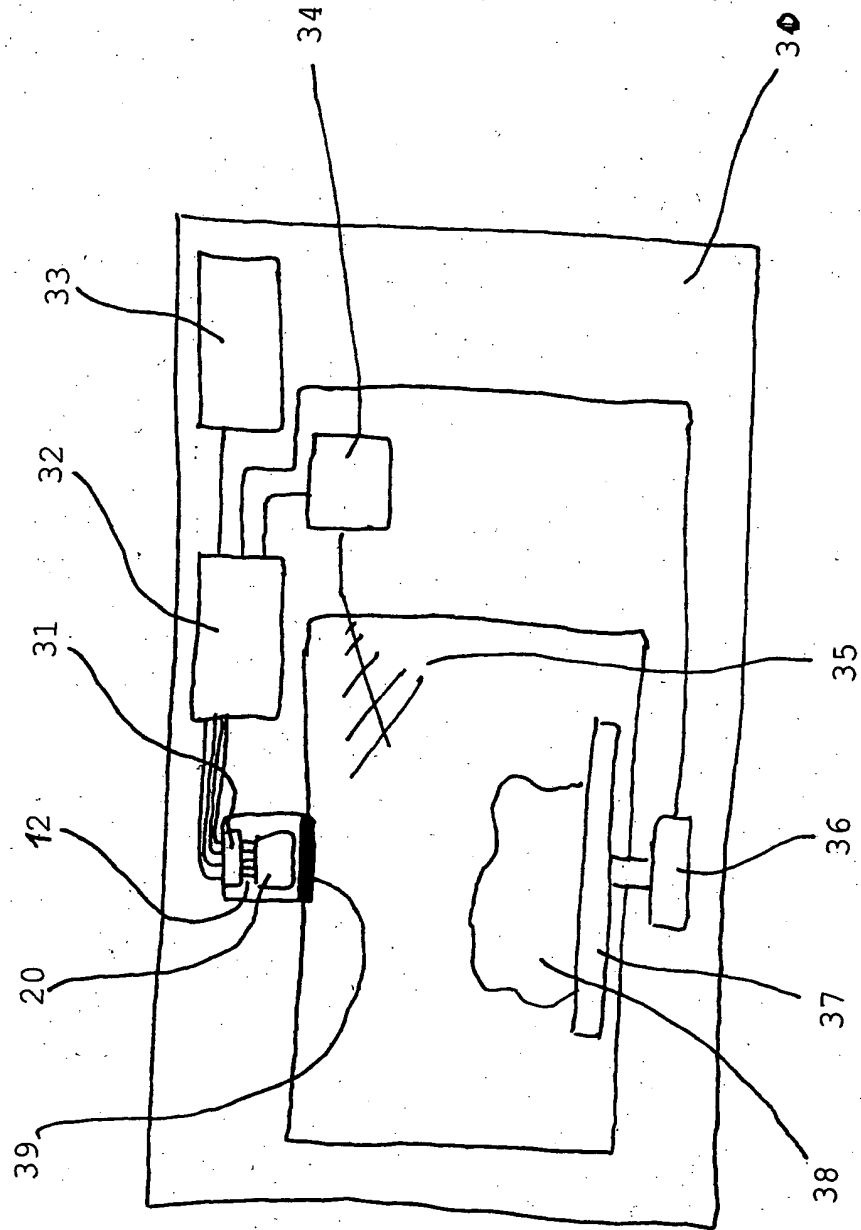
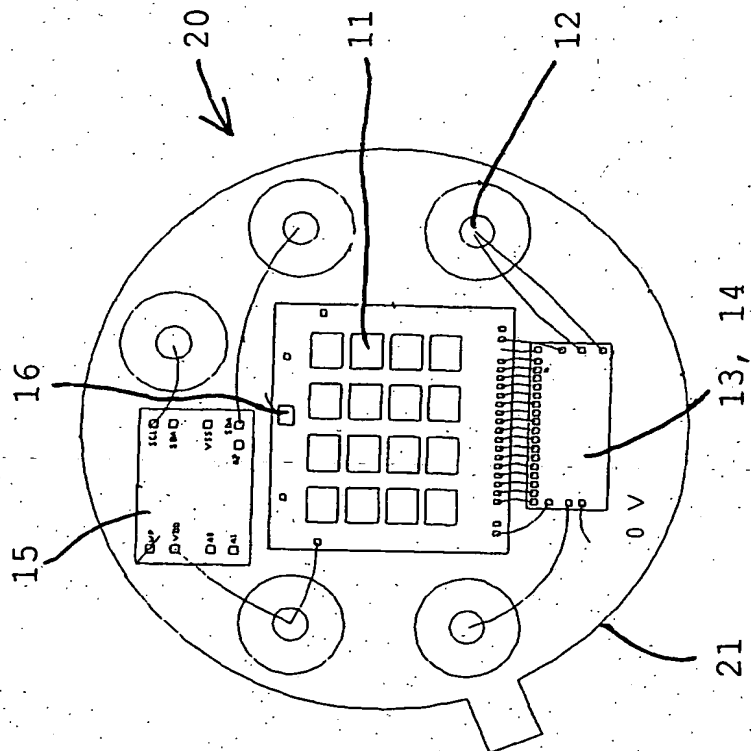


Fig. 4
A



B

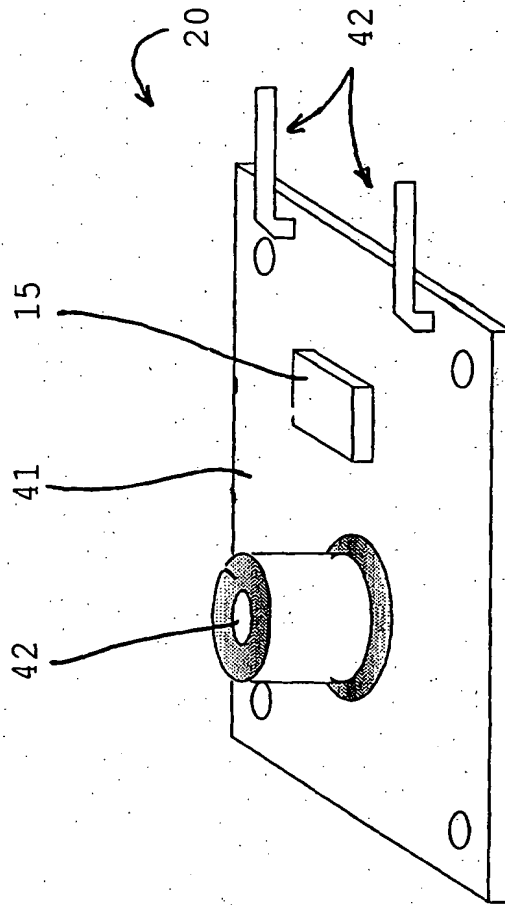


Fig. 5

